

待ち行列事始め(2)

5. 日本における待ち行列研究

電話交換 前稿(1)の2.で述べたように、世界の待ち行列研究は電話交換から始まったのですから、我が国においても、電話の分野で「トラフィック理論」がいち早く研究されていたのは当然でしょう。それは電気通信研究所を中心に研究が進められていました。最初のリーダーは小島哲氏で、同氏の

小島哲：通信呼理論の研究，科学振興社，1949

は、この分野唯一の専門書でもあり、教科書でもあったようです。その後、電気通信学会から、1954年と1956年に、それぞれ「電話トラフィックの理論とその応用」[海外論文翻訳：トラフィック理論]が刊行されていますし、50年代後半から60年代前半にかけて、徳山五郎氏の呼損率公式や鈴木輝信、雁部穎一氏(いずれも電電公社・通信研究所)を中心とした数表などがこの分野での成果として報告されています。

しかし、この方面の事情について私は詳しくありませんので、この辺の事情は、よくご存じの方に補って頂くことにして、ここでは「QR会」を中心とした研究の状況についてお話をさせていただきます。前稿(1)の3.の最後で述べたように、日本における待ち行列研究の始まりを述べるに当たってまず挙げなければならない人物は河田先生です。

河田先生 河田龍夫先生(1911-1996)は、東北大学数学科を卒業された後、助手として勤められました。その間フーリエ解析の研究で50~60編もの論文を発表されまして、仙台高等工業の教授にもなられました。しかし、先生はフーリエ解析だけでは飽きたらず、当時は全くの黎明期にあった確率論や数理統計学にも関心を持たれまして、角谷静夫先生(当時大阪大)や北川敏男先生(当時九州大)などとの勉強もされていたようです。まだ太平洋戦争が始まる前、1930年代の終わりから1940年代の初めのことだったと思います。当時は、数学会でも確率変数の概念を知る方はほとんどいなかったと、先生から伺った記憶がございます。そして、多分戦争中のことだったと思いますが、第一生命の副アクチュアリーとなり、実際のデータを解析されて保険業務にも携われました。その後、戦争末期の1944年6月に統計数理研究所が設立されましたが、その設立には中心的な役割を果たされたと伺っております。その当時、日本におけるオペレーションズ・リサーチの走りとも言えるようなお仕事もなさったようでした。

戦後1949年に東京工大に教授として赴任されましたが、日本科学技術連盟のK委員会の主査として産業界に統計学を根付かせるお仕事もされましたし、確率過程やORの研究を指導されてもおられました。私事に亘って恐縮ですが、筆者は1951年に東京工大を卒業後2年程統計数理研究所にご厄介になり、1953年から東京工大で助手を勤めておりました。

1952~3年頃「queueは面白いよ、誰かやらんかな」と河田先生がおっしゃっていたのを覚えております。河田先生の書かれたものを拝見致しますと、待ち行列の話はLindleyの論文の存在とともに、日科技連の会合で森口繁一先生(1916-2002)からお聞きになったのが最初ということです。東京工大に戻ってからのことになりますが、筆者は大学の図書館に通ってLindleyの論文をノートに筆写した経験があります。お若い方々には全く信じられないことかもしれませんが、3の最後で述べたように、当時の日本では、文献を自分の

手元に置くためには、筆写しか方法がなかったのです。何でも自由にコピー出来るようになったのは、随分後のことです。統計数理研究所時代も、弁当持参で有楽町にあったアメリカ文化センターの図書館に通い、*Am. Math. Statist* を懸命に写したものでした。

本間先生 河田先生は、前述のK委員会とは別に、東京工大を会場にしたセミナーを主催されており、ここには在京の確率論関係の先生方が何人も集まって来られておりました。私も学生時代に、何回か出席させていただいた覚えがあります。何も分かりませんでした。が、Lévy の本の輪講などをなさっておりました。その中に本間鶴千代先生 (1913-1998, 当時都立大から横浜市大) もいらっしやいました。

さて、日本における最初の待ち行列の論文は、3.でも挙げましたが、

Kawata, T.: A Problem in the Theory of Queues, *Rep. Stat. Appl. Res. JUSE*, vol.3, pp.122 - 129, 1955

で、「誰か・・・」とおっしゃりながら、結局河田先生ご自身でやられたわけです。しかし、これにすぐ続いて、

Homma, T.: On the Many Server Queueing Process with a Particular Type of Queue Discipline, *Rep. Stat. Appl. Res. JUSE*, vol.4, pp.14 - 32, 1956

が発表されました。本間先生は河田グループの中で、待ち行列をメインテーマとした研究者第1号と申せましょう。本間先生の2番目の論文は1957年に設立された日本オペレーションズ・リサーチ学会の論文誌創刊号を飾っている

Homma, T.: A Certain Queueing Problem of Two Service Stages and the Efflux Distribution, *J. Opns. Res. Soc. Japan*, vol.1, pp.25 - 36, 1957

で、更に続けて同年 *The Yokohama Math. J.* にも書かれています。そして、後年、何人もの待ち行列研究者を育てられました。¹

応用事例 ところで、日本にオペレーションズ・リサーチが紹介され、勉強が始められたのは1952年で、この年末に、日科技連の中に「OR研究委員会」が河田先生を委員長として設けられました。そして、翌年の夏には「OR教育コース」が開設されています。延べ31日、190時間に及ぶ長期セミナーで、1987年頃まで続きました。このセミナーの中に河田先生の担当された待ち行列の講義がありました。応用事例については大前義次氏(電電公社)が担当され、後に、河田先生の講義を筆者が引き継ぎました。

ご承知の通り、日本オペレーションズ・リサーチ学会が設立されたのは1957年ですが、現在学会の機関誌として月刊で発行されている「オペレーションズ・リサーチ」誌の前身である同名の雑誌が日科技連で創刊されたのは1956年のことです。² この年には、関西で「経営科学協会」が設立されていますし、³ 日本規格協会でも「OR手法講習会」が始められています。こういった背景がありましたので、電話に限らずいろいろな分野での応用を目指して待ち行列の勉強や研究もされていたのです。

¹ 本間先生の没後、ご遺族から寄せられた寄付金を基に、2000年度から「OR学会業績賞」が設けられております。

² このときは隔月刊でしたが、1965年後半から月刊になります。

³ 経営科学協会は翌年日本オペレーションズ・リサーチ学会に合流しましたので、その機関誌「経営科学」は第2巻以降OR学会の和文機関誌になりました。

私の手元にある資料はOR学会の刊行物とOR誌の1959年以降のもので、1957年より前の研究成果は完全とはいえませんが、これらの資料によりますと、

大前義次：待合わせ理論—その予備機問題への応用，オペレーションズ・リサーチ，vol.2，No.2，1957，

宇田川銈久，中村義作，村尾洋：queueing 過程論から見た電話需要の予測，電気通信学会誌，vol.32，No.10，1957，

Kawata，T.：Standing Time of a Freight Car in a Marshalling Yard，*Proc. 1st International Conference on O. R.*，Oxford，1957，

刑部政司：モンテ・カルロ法による待合せ行列への一応用，オペレーションズ・リサーチ，vol.2，No.4，1957，

山田隆一：カメラ修理サービスにおける待合せの問題，経営科学，vol.2，pp.78-85，1958，

八幡製鉄：OR手法による均熱炉能力算定，鉄鋼IE資料，1959，

富士製鉄：均熱炉能力検討，鉄鋼IE資料，1959，

関和文，椿常也：Queuing 理論を利用した作業員配置計画，経営科学，vol.3，pp.129-135，1960

宮本俊光：踏切道の容量について，経営科学，vol.3，pp.136-147，1960

Shiba，M.：An Application of Queuing Theory in Misaki Fishing Port Planning，*J. Opns. Res. Soc. Japan*，vol.2，pp.130 - 138，1960

と多方面に亘って待ち行列を適用した研究が発表されるようになりました。このように、この時期にはさまざまな場に対して待ち行列が応用され、その価値が認識されるようになってきていたものと思われます。

6. QR会

特定研究 現在の京都大学数理解析研究所の設立が1958年に日本学術会議で決議されたのを受けまして、設立に先立つ科学研究費の特定研究「数理科学」が1962年度まで実施されました。全体のプロジェクトは「数理科学総合研究班」と称したのですが、その中に6つの班が設けられ、第6班の研究代表者が河田先生でした。第6班には2つのサブグループが設けられ、それぞれが待ち行列とゲーム理論を担当することとなりました。後者の研究担当者は宮沢光一先生を中心に数名で構成されていたように覚えております。

待ち行列のグループ（略称QR会）には、以下のメンバーが参加致しました。敬称を省略し、当時の所属と、主な興味の対象を併記しておきます。この中には当初から参加されていた方も途中から参加された方もおられますし、後述の「応用待ち行列事典」の名簿からはずれている方もおられます。この他、現OR学会長の小笠原暁氏や元会長の水野幸男氏（1929-2003）なども数回は出席されています。

河田龍夫 (東京工業大学, 待ち行列理論)
 国沢清典 (東京工業大学, 情報理論)
 本間鶴千代 (東京都立大学, 待ち行列理論)
 河村知男 (慶応義塾大学, 待ち行列理論)
 竹本二郎 (静岡大学, カウンター理論)
 嶋田正三 (日立製作所・中央研究所, 信頼性理論)
 竹原清隆 (日本道路公団, 道路交通)
 雁部穎一 (日本電信電話公社, 電話・通信)
 菱沼従尹 (厚生省 → 第百生命, 病院管理)
 平賀義彦 (防衛大学校, 統計理論)
 牧野都治 (高崎経済大学, 待ち行列理論)
 井上洋一 (国際電信電話株式会社, 電話・通信)
 大前義次 (日本電信電話公社, 生産管理)
 岸 尚 (防衛大学校, 交通理論)
 真壁 肇 (東京理科大学, 信頼性理論)
 鈴木武次 (法政大学, 待ち行列理論)
 藤沢武久 (早稲田大学, 待ち行列理論)
 館 甚吉 (三菱重工, 数値計算)
 氏家一彬 (日立製作所・中央研究所, 数値計算)
 森村英典 (東京工業大学, 待ち行列理論)

この特定研究は、研究所設立を視野に入れたプロジェクトでしたので、当時としては、ある程度豊富な研究費が貰えましたが、その大半を文献の複写と計算機使用料の支払いに当てました。前述しましたように、当時は筆写せずに文献を手元に置くにはかなりの出費を余儀なくされていまして、教授連中といえども、そんな贅沢は出来ない状況だったのです。

コピー技術 そもそも、当時のコピー技術はお粗末なものでした。もちろん、フィルムと写真機を使って文献を接写し、印画紙に焼き付けるという方法はありましたが、フィルム代や現像代を考えると、これは特上の上というような方法で、通常では考えることも許されない状況でした。ですから、当時の水準では「豊富な」研究費といえども、このような方法で文献複写をしてメンバーに配布したとしたら、わずかの論文を複写するだけで、研究費は忽ち底をついてしまいます。そこで目をつけたのが、「青焼き」でした。当時唯一といえるくらいのコピーの手段だったのではないのでしょうか。機械や建築の設計図は、原図1枚だけでは能率が上がりません。どうしてもコピーが欲しくなります。そこで、その分野で利用されていた方法は、原図を光を透過する紙に書き、太陽光線を利用して、一種の感光紙に密着で感光させるのです。屋上などの広い空間に長時間並べて放置することで感光した紙をアンモニアを使って定着させたように思います。とにかく、出来上がったときの臭いはかなり強烈でした。

何年か後に、この方法を発展させたのでしょうか、露光・定着に機械を使い、瞬時にして出来上がる「リコピー」が出来ました。自分たちで出来るコピーというので、私達にとって「夢の技術」でした。というわけで、QR会の頃は、写真と「青焼き」を組み合わせた方法で文献を複写し、メンバーに配布したことが思い出されます。筆者はQR会の幹

事でしたので、伝手を頼ってこのような技術を持つ業者を捜しました。

報告集 文献を読むほうは、コピーが出来れば幹事としての仕事は一段落ですが、アウトプットのほうも準備しなければなりません。その手段となりますと活版印刷など高嶺の花で、私達に許されたのは謄写版くらいしかありませんでした。当時一般的だった謄写版は「ガリ版」という手書きに頼るものでした。そして少し格式ばったものには、邦文タイプで印字した方式が利用されていました。邦文タイプというのは、活字を拾いながら一字一字印字してゆく方式で、その印字は専門職の仕事でした。若干の研究費が使えたので、業者に頼んでそのような方式の報告書も作りました。第6班の報告書のうち、待ち行列関連のものリストを挙げておきましょう。何故か第13号は2つあります。

第1号	雁部 穎一 (1960)	待合せ理論における数表・図表について
第2号	森村 英典 (1960)	BULK SERVICE について
第3号	河村 知男 (1960)	到着またはサービスの一方が指数型でない場合の待ち行列
第4号	河田 龍夫 (1960)	有限時刻における待ち行列の分布
第5号	島田, 氏家 (1960)	待合せ行列の数表 (その1)
第6号	原野 秀永 (1960)	工業における待ち行列の実例 (第1集)
第7号	本間鶴千代 (1960)	集団到着の待合せ行列について
第8号	館 甚吉 (1960)	待合せ理論の数表 (その2)
第12号	河村, 館 (1960)	待合せ理論の数表 (その3)
第13号	河村 知男 (1960)	アーラン分布到着, 指数サービス, 複数チャンネルの場合の待ち行列について
第13号	河村 知男 (1960)	On the queueing system $E_l/E_k/1$
第14号	河村, 館 (1960)	待合せ理論の数表 (その4)
第15号	河村, 島田, 氏家 (1960)	待合せ理論の数表 (その5)
第16号	藤沢, 鈴木 (1961)	On a queueing process with queue-length dependent service
第17号	大前 義次 (1961)	待ち行列の数表, 図表の使い方
第21号	国沢, 森村, 水野 (1962)	自動待合わせ計算機について
第22号	平賀 義彦 (1962)	入力源が有限個の場合の待合せ問題
第25号	鈴木 武次 (1962)	Queues in series
第26号	河村 知男 (1962)	待合せ行列の数表 (その6)
第27号	藤沢 武久 (1963)	Random selection for service
第28号	牧野 都治 (1963)	M/G/1 型の待ち行列について
第29号	藤沢, 本間 (1963)	Many server queueing processes

このリストをご覧になると気がつかれるのではないかと思います。「待合せ理論の数表」という報告がいくつかあります。当時の計算機はごく初期のもので、リレーと呼ばれる電磁回路を素子とする機械でした。日立製作所ではパラメトロン計算機が開発されつつあったのかもしれませんが、館, 氏家の両氏にはそれらの計算機を利用して、待ち行列の数表を作っていたために参加して貰いました。何しろ待ち行列を実際に活用するには、数表か図表に頼らざるを得なかったのです。パソコンの上でアニメーション画面が見られる時代が来るなどとはとても予想できませんでした。

当時の計算機 また私事に亘って恐縮ですが、筆者は真壁氏と共同で、1962年頃から予防保全に関する研究を暫く続けました。そこで提案した方式の「良さ」を裏付けるために数値例をいくつか示したのですが、その計算は、当時東京工大に初めて設置された計算機で行いました。この計算機は、わずか32Kバイトのメモリーしか持たない計算機でしたが、リレー式でしたから設置面積は大きかったのです。計算機室には大教室を上回るくらいの倉庫が当てられ、整流のために電動機と直流発電機が直接繋がっているという設備と、当時としては破天荒な設備「空調」を備えておりました。

このサイズのメモリーで、FORTRANの走りのようなコンパイラを使ったのです。入力装置は紙テープでした。まずソースプログラムを紙テープに打ち込み、コンパイラを打ち込んだ紙テープと一緒に機械に掛けますと、機械語に翻訳された紙テープが吐き出されてきます。このテープを機械に掛けて計算結果が出てくるという仕組みでした。その間に、足りないメモリーを有効活用するため、メモリーマップと首っ引きで、ワーキングメモリーの場所を指定してやるという「頭の痛い」作業もしなければなりません。入力装置が紙テープですから、間違っって印字したときの始末も大変でした。その上、大学全体で使う計算機ですから、割り当て時間を貰うのも一苦勞で、時間が来れば、計算は途中で明け渡さなければならぬのです。一度でコンパイル出来ることなど夢みたくないものでしたから、一つの計算が終わるまでには膨大な時間がかかっていました。

計算機を開発していた企業では、もう少し優れた機械を使っていたようでしたが、QR会の活動時期も若干早い時期でしたから、機械の性能も50歩100歩という所だったでしょう。そんな時期でしたから、待ち行列を実際に使うためには、何としても数表が欲しかったのです。それ故、QR会の活動もこの点には大きなウェイトが置かれました。「理論」研究の中にも、河村氏のようにアーラン分布の場合の解を何とか数値的に求められる形で導出しようという努力が行われたわけです。そして、その成果に基づいて、計算担当の両氏によって数表が作られました。当時から計算を請け負う計算センターは存在し、企業活動をしていましたが、そこでの計算機使用料はかなり高価で、全面的にそれを利用することなどとても出来ない状況でした。そのため、計算担当の両氏は、自分たちの開発のための計算機使用時間に割り込ませながら数表作成をやってきていました。そんなやりくりのおかげで、少ない計算機使用料で、これらの数表は出来上がりました。

QR会の成果 幹事の仕事には、もちろん会計報告や経過報告の作成もありましたが、定例会のとき弁当を出すという仕事も付け加わりました。食事付きの研究会などは当時としては驚きでしたから、面倒な割に喜んでやったような気もしています。

このような背景で進められたQR会でしたが、研究会の会合は毎月1~2回の頻度で開催され、論文や研究の紹介・討論が行われました。上記のメンバーからも想像出来ますように、取り上げられた話題もいろいろバラエティに富んでいたように思います。詳しい内容は資料がございませんのでよく分かりません。

こんな調子で、QR会は河田先生を中心としてかなり活発に活動していたのですが、当の中心であった河田先生が1961年から約10年間滞米生活を送られるようになってしまいました。そのため、QR会の責任は国沢清典先生が取られるようになりました。1963年には、特定研究も終了したのでしたが、その後も「仲よしクラブ」的雰囲気も湛えた研究グループとして、QR会は実質的に更に数年間存続しました。それは、QR会には待ち行列に関する事典を編集するという目標があったからでした。また、ちょうど1962年

に毎日新聞社から数表作成のための奨学金が贈られたり、国際電電が研究費の補助をして下さったりしたからでもあります。この2つの仕事のために、QR会は活動を続けたのでした。

事典と数表という2つの目的をそれぞれ推進するために委員会も組織されまして、或いは単独に或いは合同で会合が重ねられました。事典の方の委員長は本間先生、数表の方の委員長は雁部氏でした。上野原や銚子、そして塩原や伊豆山、としばしば東京を離れて合宿で仕事をしたこともあります。このように、1965年頃まではかなり頻繁に会合を繰り返し、以後は年2~3回程度の会合を持ちながら、それぞれの仕事に励みました。そのような活動の結果、1970年になってようやく

待ち行列研究会編：待ち行列に関する数表，岩波書店，1970

が刊行されました。これは、科研費の報告冊子で発表したものではなく、実用上重要と思われる数表を中心に新たに作成しましたので、長い時間が必要になったのです。また、国際電電からの研究費の他、伊藤忠計算センターから無料計算時間の供与などの援助もいただいています。活版刷りでハードカバー、B5版250ページの立派な本でした。

待ち行列事典の方は、QR会のもともとの目標としました用語編を、単なる用語の解説に止まらず、それについての研究成果の解説も兼ねたものとするつもりでした。それで、原稿を準備している内にどんどん新しいことが出てくるために、原稿の書き直しを繰り返さざるを得ず、なかなか纏まらない状態が続きました。致し方なく、あるところで打ち切るとともに、約半分の紙面を占める応用編や事例編につきましては、QR会のメンバー以外の方々にも執筆していただき、A5版700ページに達する大部な

待ち行列研究会編(国沢清典・本間鶴千代監修):応用待ち行列事典,廣川書店,1971

を刊行致しました。編集の最後の段階では、森雅夫氏にも編集にタッチして頂きました。このようにメンバー以外の多くの方々のご協力を得ましたが、QR会での勉強の集大成という感じの本でした。それで、この本の完成をもってQR会は解散することになりました。1970年にはOR学会の研究部会(Q部会)が発足しましたので、そのほうに研究活動の中心が移ったためでもあります。Q部会の発足につきましては、次稿(3)で改めてお話をさせていただきます。

7. 1960年代の日本における待ち行列研究

次稿(3)は1970年以降のお話になりますので、ここで、1960年代の日本における待ち行列研究や普及の状況を資料を整理しながら概観してみましょう。

資料 前述しましたように、OR学会の創立が1957年、OR誌の創刊が1956年ですから、1957年から1970年までの「経営科学」⁴と「オペレーションズ・リサーチ」の両誌から待ち行列に関する記事を拾い出してみました。この頃の両誌には「文献抄録」という欄がありました。後者は各号1~4ページで、収録論文数は3~15編くらい、長短さまざま

⁴ 「経営科学」第2巻第1号は1957年9月に発行されましたが、第3・4号は1958年12月と大幅に発行が遅れました。その後も発行遅延は続き、年度内に発行出来たのは1970年度の第14巻、暦年内に発行されるようになったのは第15巻以降です。それ故、表中の1958年は第2巻と解釈して下さい。

までした。前者は寄稿されたものすべてを掲載する方針だったのででしょうか、その数も長さも決まっていなかったという印象をもちております。次ページの表には、各年ごとに両誌に掲載された抄録数の和を挙げておりますが、そのような状況ですから、内容的には前者に掲載されたものを主体とするものの、発行回数の多さも手伝って、数の上では後者のものが中心になっています。また、いずれの雑誌についても、抄録を担当した人の興味と勤勉さに左右された結果ですので、この数字がそのまま待ち行列研究の活発さを表現するわけではないことをお含みおき下さい。単なる記録のつもりで掲載しました。

下の表は、文献抄録の他、春・秋のOR学会の研究発表会での待ち行列関連の講演、英文論文誌 JORSJ に掲載された待ち行列関係の成果、そして「経営科学」と「オペレーションズ・リサーチ」の両誌に掲載された文献抄録以外の待ち行列関係の論文や記事の数を数えたものです。表中「学会発表」とある欄の数字は特別講演も含んでおります。また、両誌の欄の数字には、「講座」や事例研究、外国文献の詳しい紹介なども含んでおります。

年	文献抄録	学会発表	JORSJ	経営科学	OR誌
1957	2	8	3		5
1958	1	4	0	1	4
1959	9	4	0	0	2
1960	16	5	1	4	3
1961	9	4	0	3	1
1962	8	4	4	3	4
1963	9	5	2	2	3
1964	6	9	6	2	3
1965	14	4	4	0	3
1966	7	13	1	1	4
1967	12	13	0	1	4
1968	17	12	1	1	0
1969	18	15	3	2	2
1970	15	22	4	1	5

シミュレータ 数字だけでもつまりませんので、これらの内容について2~3付け加えておきましょう。

「経営科学」最初の待ち行列に関する文献抄録は大前義次氏による QUEUIAC というアメリカ陸軍で開発されたシミュレータでした。これは、待ち行列をランプの列で表示し、その様子をペン記録器で記録するものだそうです。待ち行列の計算は大変なので、物理的なシミュレーションを実行しようという方式は、当時真剣に考えられたのでした。

実は、筆者もその企てに関わった経験があります。当時東工大の大学院生だった佐藤拓宋氏の発案になる電子管を利用した乱数発生装置をベースとして、待ち行列のシミュレーションをする特殊な計算機を水野幸男氏と考えました。その概要は、前項に記載したQR会の報告の第21号として発表しましたが、その後、国沢先生のご努力で特別な予算を貰って、日本電気で製造し東工大に設置致しました。

この装置は、まず物理的な7桁の2進乱数を発生させます。電子雑音を利用するので周期性の心配はありませんが、その代わり再現性もありません。これを適当な確率分布に

従う乱数に変換するため、累積分布を紙に書いて変換する2進数を定め、その両者を対応づけるために、ボード上に並んだ孔にコードを差し込んで行きます。待ち行列の入力側とサービス側の両方についてこの準備をしてから、シミュレーションを実行します。その待ち行列の様子を一定時間間隔で観測した値を読みとるという方式でした。

このシミュレータは、八幡製鉄所における工程管理用として、一層特殊化された形で実用機が作られましたが、手間がかかるため、リアルタイムの管理には向きませんでした。それでも管理計画を立てるためには日常的に使われていたそうです。筆者も有料道路の料金所の待ち行列の解析に、このシミュレータの計算結果を利用しましたし、生産管理の研究に利用された方もありましたが、本物の計算機の発達が予想外に早く、大型機の上で走るGPSSのようなソフトも開発されてきましたので、このシミュレータの寿命は余り長くはありませんでした。

この記事をご覧になった川島幸之助氏から、猪瀬博先生(1927-2000)の学位論文は電話交換機のトラフィックシミュレーションのための電子回路だと伺いました。抵抗器の熱雑音を増幅し、それを乱数源として電話の擬似呼を生成することで、実機の約1,000倍高速に特性解析できることを証明したものだそうです。1953年のこの論文がベル電話研究所のDeming Lewisの目にとまり、東大助教授就任直後の1956年、ペンシルバニア大学客員教授兼ベル研技術コンサルタントとして招かれ渡米、デジタル交換機の研究に従事するきっかけとなられたと教えていただきました。このシミュレータは、電気通信研究所にも設置されたとのことでした。

学会発表 OR学会の研究発表会では、第1回から待ち行列に関連した研究発表がありました。それから1960年代前半にかけては、各回の全講演数は大体20強、年間でも50に達することは少なかったようです。ですから、全体に対する割合としてはやや多めだったといえるのではないのでしょうか。この間の事例報告には、道路交通や鉄道輸送の話題も多かったのです。その中で待ち行列に関連したこともいくらかはありました。⁵

また、実務者以外の発表者ではほとんどがQR会関係者ですが、いままででお名前の出てこなかった方では西田俊夫氏がいます。同氏は論文誌にも

Nishida, T.: On the Multiple Exponential Channel Queuing System with Hyper-Poisson Arrivals, *J. Opns. Res. Soc. Japan*, vol.5, pp.57 - 66, 1962,

を発表されました。

それから、Brigham氏やLindley氏が来日されたとき、学会にお招きして懇談会や講演会を催した際の記事などもこの時代の「経営科学」には掲載されています。このような記事も、文献抄録と並んで、いかにも「発展途上の学会誌」という印象を与えますが、それも今となっては懐かしいものです。

1960年代も後半になりますと、学会活動も目に見えて盛んになります。たとえば、1965年秋期研究発表会は発表数も36になり、半日はパラレルセッションになりましたが、

⁵ 最近になって実務に携わっておられた方から伺ったところによりますと、事例の発表は難しいことも多かったようです。実際、時代的にはもっと後のことになりますが、DEMOS(電電公社科学技術計算システム)、AMeDAS(地域気象観測システム)、郵貯オンラインなどの大規模システムの開発の陰では、待ち行列による性能評価グループの活躍があったのだそうです。しかし、その成果を学会で公表することは控えていたのが実情だったとのことでした。

次の春の発表会では、発表数は57、会期も3日になり2日は完全パラレルになっています。待ち行列関係の発表数も多くなっていることは表の通りです。

この頃、活発に待ち行列関係の研究発表をされたのは次の方々です。順不同で敬称を省略し当時の所属を併記しておきます。

鈴木武次（防衛大）
福田治郎（岐阜大）
牧野都治（高崎経済大）
中村義作（電電公社）
村尾洋（同）
橋田温（同）
津村善郎（東京理大）
大野勝久（京都大）
藤沢武久（芝浦工大）
森 雅夫（東工大）

それから、この頃になりますと、英文論文誌に外国人の投稿が始まります。掲載されたものも待ち行列関連だけで4編ほど見られました。こんな所にも、学会が漸く一人前に育ったという感じを受けるのではないのでしょうか。

また、待ち行列関連の研究発表はOR学会が中心であったのは間違いないと思いますが、他の学会や大学などの雑誌を通してその成果を発表されていた方々もおられます。たとえば、統計数理研究所の英文誌には、

Akaike, H.: On ergodic property of a tandem type queueing process, *Ann. Inst. Statist. Math.*, vol.9, pp.13–22, 1957

や

Uematu, T: Some models concerning statistical treatment of a certain congestion phenomenon, *Ann. Inst. Statist. Math.*, vol.13, pp.165–186, 1962

が掲載されています。植松俊夫氏は袖崎淑子氏との共著で、1961年から optimum な系統式信号設定についての研究を同研究所の邦文誌上に数回発表もされています。これらの成果につきましては、また詳しい方々からのご教示がいただけたら、順次修正を加えて行きたいと思っております。

成書 前稿(1)の4.で、待ち行列についての成書が刊行されるようになったことから、昔筆者が「1960年代に入って待ち行列研究も整理期に入った」というような寝言を述べたというお話を致しましたが、1960年代に入ると、日本においても待ち行列の本が刊行されるようになりました。前述のヒンチンの訳書と河田先生が

河田龍夫: 確率過程論の応用, 岩波現代応用数学講座, 岩波書店, 1957

の中で触れられたもの及びOR一般の本を除きますと、その第1号は

宮脇一男, 長岡崇雄, 毛利悦造: 待ち合わせ理論とその応用, 日刊工業新聞, 1961

で、第2号が

森村英典，大前義次: 待ち行列の理論と実際，日科技連，1962

です。後者は、前述の日科技連におけるOR教育コースのテキストをベースにしたものです。この後、

本間鶴千代: 待ち行列の理論，理工学社，1966

コックス，スミス（磯野修訳）: 待ち行列，日本評論社，1966

牧野都治: 待ち行列の応用，森北出版，1969

西田俊夫: 待ち行列の理論と応用，朝倉書店，1971

鈴木武次: 待ち行列，裳華房，1972

と続きます。

用語 こうして、時代は1970年代へ、本稿の話もQ部会発足へと移って参ります。そのお話は稿を改めて次回とさせて頂きませんが、本稿を終えるに際しまして、「待ち行列」という言葉がいつから使われたか、という「考察」と「OR用語」について触れておきましょう。

いま上に挙げた著書のうち、一番はじめのものを除きますと、後はすべて「待ち行列」を使っていますが、1961年の本は「待ち合わせ理論」となっています。筆者の訳したヒンチンの本も、1960年の発行ですが、やはり「待ち合わせ理論」を使いました。そして、その「序」の中で「現在最も普通に使われていると思われる「待ち合わせ」を題名にした」と断っています。OR一般の本でも

チャーチマン，アコフ，アーノフ（森口繁一監訳）: オペレーションズ・リサーチ，紀伊国屋書店，1958

では「待合せ模型」を用い、

サーティ（山内二郎監訳）: オペレーションズ・リサーチの数学的方法，紀伊国屋書店，1960

では「待合せ行列」と「待ち行列」を併用しています。

こうしてみると、どうやら1960年代に入ってから「待ち行列」に統一されてきたようです。何故、「待ち合わせ」が使われたのかは定かではありませんが、この言葉には行列の語感はありませんから、「待ち行列」が使われるようになったのは自然でしたでしょう。笑い話のエピソードを付け加えますと、当時あちこちの学会に顔を出して誇大妄想的な常人には理解不可能な講演をする有名人がおりました。この方が「待ち合わせ」を表題の中に含む講演をしたことがありましたが、彼は「待ち合わせ」の意味を「人と人とが出会う」と解釈されていたようでした。

英語も今では queue で統一されているようですが、当時アメリカではむしろ waiting line が普通だったようです。そして、queue に ing をつける時にも、イギリス流は queueing、アメリカ流は queuing となっていました。何事もそれが始まった頃は、いろいろなことが統一されていないのは当然ですが、待ち行列もまた例外ではあり得なかったということでしょう。

このように「待ち行列」という用語は定着しましたが、OR全般の用語もなるべく統一しようということから JIS でもOR用語の制定が行われました。1967年のことです。⁶ 筆者も待ち行列研究者のご協力をいただきながら、待ち行列関係の用語制定に参画致しましたが、制定はしたものの定着しなかった用語もありました。たとえば、server に対する「扱者」などです。

牧野都治:待ち行列(1)―待ち行列の歴史に代えて―, OR入門, オペレーションズ・リサーチ, 第15巻, 第1号, 1970

にはこの辺の話が面白く書かれています。なお、この号とこの前の号には、大前氏による文献内容紹介「待ち行列理論の60年」があります。これは *Management Science* の vol. 15, No. 6 に載った U. N. Bhat の論文の紹介です。前稿で挙げた Saaty の著書から6年後、Saaty 自身の書いた「その後の7年」という論文の中で、彼は「7年間に発表された論文数がそれ以前の50年間の論文数の半分にも達しているが、その割に理論的發展に寄与するものは少ない」と述べたという指摘から始まっている論文です。前稿と関係がありますので、一言付け加えました。

謝辞 本稿は、出来るだけ正確を期するため、原稿をQR会のメンバーにも見ていただき、牧野都治、大前義次の両氏からは数々のご示唆を頂戴致しました。両氏のご協力に感謝致します。

2003.2.27

2003.3.17 改訂

[森村英典]

⁶ この用語も、いまとなっては余りにも古いので改訂すべし、とのご意見もあるようです。